

# 携帯電話とWeb-GISを利用した地域住民参加型・地域情報収集&公開のための カーネル・システムの構築

## Development of a kernel system for inhabitants to collect and publish local information using Web-GIS and cellular phone with GPS

システム工学部：○曾我真人，川角典弘，吉野孝，谷川寛樹

M.SOGA, N.KAWASUMI, T.YOSHINO, and H.TANIKAWA

○研究代表者連絡先：[soga@sys.wakayama-u.ac.jp](mailto:soga@sys.wakayama-u.ac.jp)，電話073-457-8457

**要約：**地図情報処理システム（GIS: Geographical Information System）の進歩により，様々な情報を地図上で閲覧できるようになってきている．また，GPSを搭載した携帯電話が普及しつつある．このような状況を踏まえ，本研究では，携帯電話とWeb-GISを利用した地域住民参加型・地域情報収集&公開のためのカーネル・システムの技術開発を行った．カーネル・システムなので，基盤技術の開発を目的としている．

### 1. はじめに

地図情報処理システム（GIS: Geographical Information System）の進歩により，様々な情報を地図上で閲覧できるようになってきている．また，GPSを搭載した携帯電話が普及しつつある．このような状況を踏まえ，本研究では，携帯電話とWeb-GISを利用した地域住民参加型・地域情報収集&公開のためのカーネル・システムの技術開発を行った．カーネル・システムなので，基盤技術の開発を目的としている．具体的には，次のような複数の基盤技術を開発した．

まず，マルチレイヤ表示による地理情報配信システムをWeb-GISを用いて構築した．これは，様々なマップデータをオープンプラットフォームの形式で整備し，単一の配信サーバにより配信することを目的として開発したもので，利用者は視覚効果の高い無料の三次元地図情報閲覧ソフトウェアを利用して様々なマップデータを横断的に閲覧することができ，大変便利である．これについては，2章で詳説する．

次に，GoogleEarthを用いた外国人旅行者向け地域情報共有システムを構築した．これは，外国人旅行者が日本を旅行することを想定して，言葉による表現が難しいと思われる特定のものや場所に関する質問に，

位置情報と画像情報を質問に付加させ，GPS携帯を用いてサーバにアップロードすると，回答者が回答をサーバにアップロードするものである．これについては，3章で詳説する．

次に，4章では，GPS付ケータイを利用した和歌山市中心部における人ナビゲーションシステムの試作について述べる．これは，将来的には，協調ナビゲーションに発展させるための，基礎的試みである．

そして，5章と6章では，3DCGによる街路空間シミュレーションに関する研究について述べる．そのうち，5章では，3DCGによる街路空間シミュレーションに関する研究（その1）として，VRによるサイン計画検討システムの開発について述べる．最後に，6章では，3DCGによる街路空間シミュレーションに関する研究（その2）として，大学キャンパスサイン計画のケーススタディについて述べる．

## 2. マルチレイヤ表示による地理情報配信システム

### 2.1 開発の背景

インターネットの普及により、様々な地理情報が国や地方自治体、民間団体により配信されている。このような情報を利用するためには、各々の地理情報の配信元のホームページ(HP)で直接閲覧しなければならない。例えば、県民が居住地付近でどのような研究、施策が実施されており周辺の環境や治安等との関係はどうか、といった情報を知るためには、研究機関の各研究論文と行政機関のHP、および、警察機関の治安関連のHPを同時に閲覧しなければならない。また、県外からの観光者がゆっくりと美しい景色を見ながら治安がよく交通量の少ない道を歩きたい場合も、複数の機関のHPを同時に閲覧しなければならない。マップデータをオープンプラットフォームの形式で整備し、単一の配信サーバにより配信することができれば、利用者は視覚効果の高い無料の三次元地図情報閲覧ソフトウェアを利用して様々なマップデータを横断的に閲覧することができる。そこで、本研究では、ケーススタディ対象として、和歌山県をとりあげ、システムの構築を行う。

### 2.2 システム構築手法

本研究にて、構築するシステムの構成を図2-1に示す。

#### 2.2.1 GISデータベースの作成

地図情報が紙面となっている場合は、GISデータベースを作成するために、和歌山県域における紙面となった地図を集め、スキャニングを行う。スキャニングを行った図を図2-2に示す。スキャニングを行った地図をGISにより、幾何補正を行い、座標を持たせる。その後、ポリゴン、ラインやポイントにてシェープファイルとして、地図をデータ化する。

調査されている研究成果や国勢調査などデジタルデータになっている場合は、GISで地図情報として記憶させ、地図データ化を行う。

#### 2.2.2 データ配信処理

それらのデータをGoogle Earthに載せるために、Google Earthの位置情報ファイル(KML またはKMZ)形式へのデータ変換を行う。KML またはKMZ 形式に変換したデータをサーバにより配信され、Google Earthにて表示すると図2-3 のようになる。これらのデータはクリックすれば自動的にGoogle Earth を起動し、

地理データが追加される。さらに、画像を重ね合わせて表示することも可能である。

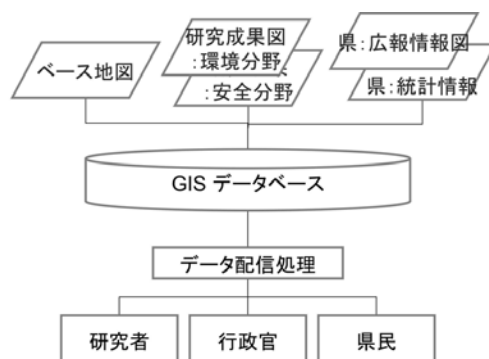


図2-1 地理情報配信・管理システムの概略図



図 2-2 スキャンした地図データの一例  
(鳥獣保護区等位置図)

#### 2.2.3 web システムの作成

作成したKML またはKMZ 形式のデータを使用者が利用しやすいweb ページを作成した(図2-4)。表示文字部をクリックすることにより、Google Earth が自動的に作動し、さらに、定期的に更新され、常に最新の情報を提供する。

また、登録ユーザーのみのページも設け、グループ内での地理情報の共有機能も有している。また、各項目ごとにユーザーが携帯電話からデータを提供できる機能も有している。これはユーザーから画像データ

を項目ごとに指定されたメールアドレスに、情報と画像のメールを送るだけで、ユーザーの指定したポイントをGoogle Earth にて表示し、それを選択すればリンク先を表示し、詳しい情報が閲覧できるものである。



図 2-3 KMZ データの Google Earth による表示例  
(鳥獣保護区等位置図)

分野のコンテンツを入れてシステムを運用させることで、その発展性、応用可能性について検証する。環境分野では、対象地域のエネルギー・資源消費の状況を視覚化することで、地球温暖化防止行動計画を環境教育や啓蒙活動といった面からサポートすることである。また、本システムに各種の防災プロジェクトによる防災マップや、世界遺産や観光名所の紹介などの情報などを付加することで、幅広いニーズに応えることができるシステムに発展させることが必要である。また、特に観光分野においては、コンテンツを英語表示することで、世界中の人々に地域の魅力を伝えることが出来るシステムの構築を課題とする。

## 2章の参考文献

- [1]坂本辰徳，谷川寛樹：マテリアルフローを活用した環境政策検討ツールの構築に関する研究，第33回環境システム研究論文発表会講演集，pp. 323-328，2005。  
[2]ホンダ：internavi Premium Clubインターナビ・フローティングカーデータon Google Earth TM  
(2006)：

<http://www.premium-club.jp/lab/lab1.html>

- [3]Arc 2 Earth (2006)： <http://www.arc2earth.com/>

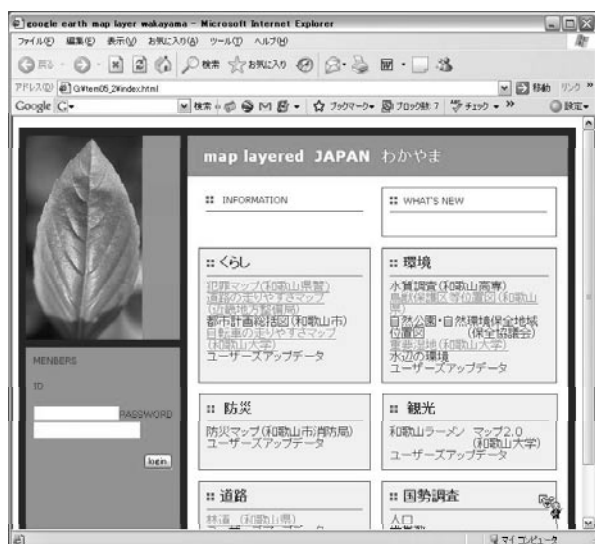


図2-4 作成したwebページ

## 2.3 まとめと今後の課題

本研究では、基礎となるシステムの構築を行うことができた。

マップデータ蓄積・配信システムの構築はおおいに発展性が見込まれる。今後の課題として、環境・安全

### 3. GoogleEarth を用いた外国人旅行者向け 地域情報共有システム

#### 3.1 研究の背景

2010 年までに訪日外国人旅行者1,000 万人を目指すビジットジャパンキャンペーンなど、国外からの旅行者獲得に向けた様々な事業が広く展開されている[1]. 国際観光振興機構(JNTO)が行った調査結果に、平成18 年度1~9 月期に訪日した外国人旅行者の数は、前年度の同じ時期に比べ、7.2%増の約5,454,200 人であったとある[2].

日本を訪れる外国人旅行者はますます増加するものと予想されている.

現在、訪日外国人旅行者の日本での活動を支援する団体や施設はあるものの、対応できる場所や人員が限られており、外国人旅行者の要求にその場で対処することは困難である. また、2005 年にJNTO が行った訪日に対しての満足度調査の調査結果に、“言語障壁が訪日後、さらに悪い印象として高まった”とある.

本研究では、機械翻訳を用いて外国人旅行者の母国語での観光活動を支援し、外国人旅行者の疑問や要求に、インターネットを通じて、その場で日本人に回答を求めるシステムの開発を目標としている.

#### 3.2 関連研究

現在までに、電子掲示板やチャットなどインターネットを介した遠距離間でのコミュニケーションにおいて、機械翻訳を用いて異言語間のコミュニケーションを支援するシステムが提案されている[3], [4].

また、機械翻訳を用いて外国人旅行者を支援するシステムもすでに提案されている[5], [6]. このなかで、機械翻訳を用いた外国人旅行者支援において次のような問題点が示されている[5].

(1) 機械翻訳を介すことで質問の背景情報が不足し、質問者が求めている情報が、回答を行う支援者(回答者)にうまく伝わらず、必要な情報が回答として得られない.

(2) 日本人が期待している回答とは異なる回答を旅行者が期待していることがある.

(3) 初めて見たものや観光型の情報要求の他に、以前から気になっていた情報について尋ねられることが多い.

(4) 日本に関する知識不足によって、得られた情報を解釈できない可能性がある.

林田らが文献[5] で提案しているシステムは、エージェントと呼ばれるシステムが外国人旅行者と日本人との仲介役となり、日本人に質問する前に、エージェントとのやり取りにおいて不足している情報を補い、旅行者と日本人の間で生じるズレをなくすことを目指している.

我々は、旅行者に質問の補足を求める場合や、その質問が特定のものや場所について尋ねる質問である場合、日本に関する知識不足から、日本人に伝わるように質問の補足をうまく言葉で表現することは困難であると考えた.

そこで、本システムでは、言葉による表現が難しいと思われる特定のものや場所に関する質問に、位置情報と画像情報を質問に付加させることで、外国人旅行者が質問をする際に不足すると思われる情報を補えると考えた.

#### 3.3 外国人旅行者支援システムTravo の開発

##### 3.3.1 設計方針

Travo は、機械翻訳や位置情報、画像情報などを用いて、現地の人々が外国人旅行者の支援を行うことを目標としている. 以下に本システムの設計方針を示す.

##### (1) 地域住民による外国人旅行者支援

外国人旅行者の抱く疑問や要求は多岐にわたるため、回答者には幅広い知識が要求される. そこで、旅行者が訪れている地域の住民による回答がもっとも望ましいと考えた. 地域住民は、母国に関する一般常識だけでなく、その地域独自の知識も持ち合わせているため、旅行者の多様な質問にも地域外の人々に比べ柔軟に対応できるものと考えられる. 地域住民による旅行者支援の実現のため、旅行者の質問をGoogleEarth 上に表示することとした. GoogleEarth 上に質問を表示することで、自分の住んでいる地域をすぐに特定でき、質問の有無もその時点で知ることができるからである. 今回、GoogleEarth を用いた理由は、GoogleEarth は、現在無償で入手可能で、比較的拡張性が高い地理情報システムのためである.

##### (2) 機械翻訳の利用

本システムで送受信されるメッセージは、機械翻訳サービスを介して、機械翻訳が対応する言語に翻訳され、回答者の母国語と質問者の母国語に翻訳される. これにより、質問者と回答者の画面上での表示はその利用者の母国語で表示される. 現在、本システムが対応している言語は日本語と英語である.

### (3) 位置情報と画像情報の利用

機械翻訳により、旅行者と支援者間の母国語でのコミュニケーションは可能となるが、共通に持っている知識の差のため、少ない語彙によって表現しづらい情報が多数存在し、旅行者の質問を機械翻訳の結果だけで回答者に理解させるのは困難である[5]。そこで、旅行者の位置情報と質問に関連する画像情報を、質問とあわせて送信してもらうことで、回答者の質問の理解に役立ててもらふ。

これにより、旅行者の質問作成時における負担を軽減するとともに、機械翻訳を介することで生じる誤解・誤訳に対する補足なども期待できる。

#### 3.3.2 Travo システムの構成

図3-1 に外国人旅行者支援システムTravo の構成を示す。

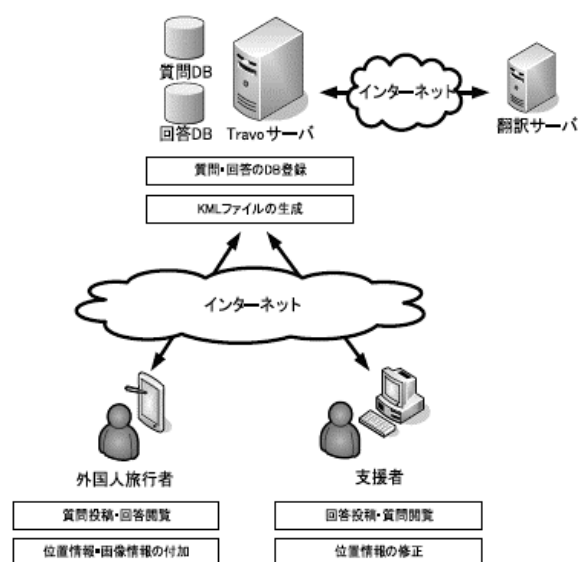


図3-1 外国人旅行者支援システムTravo の構成

Travo サーバでは外国人旅行者から送信されてきたメールから以下の情報を取得する。

- ・ 旅行者情報（旅行者の母国語・携帯端末のメールアドレスなど）
- ・ 画像情報
- ・ 位置情報
- ・ 質問内容

質問内容は翻訳サーバへと送られ、回答者の母国語に翻訳された後、上の4つの情報と翻訳結果を質問DBに登録する。回答者から送られてくる回答も同様に旅

行者の母国語に翻訳され、支援者情報と共に、回答DBに登録される。

Travo サーバのシステムはPHP で実装している。また、Travo サーバのソフトウェア構成としてWeb サーバにApache httpd 2.0.59、データベースにPostgreSQL 8.1.4 を利用している。

GoogleEarth 上に質問を表示させるために、定期的に質問DB の内容をKML ファイル形式に変換する処理を行っている。KML ファイルとは、位置情報などを記述するための言語で、GoogleEarth やGoogleMaps に読み込むことで、KML ファイルの情報を表示させることができる[7]。

#### 3.3.3 Travo システムの流れ

Travo システムの流れを図3-2 に示す。外国人旅行者は携帯端末を介して質問の投稿と回答の閲覧を行う。携帯端末には、GPS 機能とカメラ機能を有する携帯端末の利用を想定している。

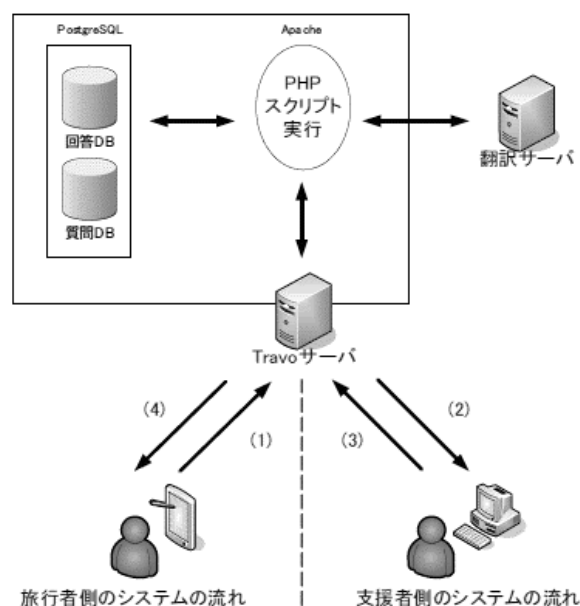


図3-2 Travo システムの流れ

図3-2 のTravo システムの流れを説明する。

(1) 外国人旅行者は旅行中に疑問や要求が生じた場合、携帯端末を利用して旅行者の現在地情報と質問の説明に画像を取得し、質問と共にTravo サーバ内のメールサーバへ送信する。なお、質問は旅行者の母国語で作成する。送信されたメールはメールサーバ内の

メールプールに一時的に格納される。メールサーバでは、スケジューラによって1分おきにPOPプログラムが実行される。POPプログラムはメールを読み出し、位置情報や画像情報、質問内容を質問DBに保存する。質問内容は、各支援者の母国語に翻訳され、翻訳結果は質問DBに保存される。

(2) 回答者へ質問が投稿されたことを知らせるメールを送信する。回答を行う支援者（回答者）は、GoogleEarthを用いて質問の閲覧と回答の投稿を行う。メールを受信した回答者はGoogleEarthを起動させ、質問が投稿された場所を確認する。画像情報がある場合には、同時に確認できる。質問を確認し、入力画面のWebページを開く。

The screenshot displays a web interface for a support system. It is divided into three main sections:

- 質問内容 (Question Content):** Located at the top, it shows a question with a timestamp (2006/10/27 21:26), coordinates (34.23028891751236, 135.17327070236206), and a Japanese question: "これはどういう建物なんですか？" (What kind of building is this?). Below the text is a photo of a building and a small map.
- 回答内容 (Answer Content):** The middle section shows a response in Japanese: "下は店舗、上はホテルになっています。店舗は本屋や居酒屋などがあります。" (The bottom is a store, the top is a hotel. The store has bookstores and pubs, etc.). Below this is an English translation: "An emporium and the top are a hotel in the bottom. There are a bookstore and a pub in a store." and a timestamp (2006/10/27 21:28:30).
- 回答作成 (Response Creation):** The bottom section is a form for creating a response. It includes fields for "お名前:" (Name), "アドレス:" (Address), "タイトル:" (Title), and "コメント:" (Comment). At the bottom of the form are buttons for "リセット" (Reset) and "送信" (Send).

図3-3 支援者用入力画面

図3-3 は支援者用入力画面である。入力画面は、質問内容、回答内容の一覧、回答作成の3つの項目から構成される。

(3) 回答者は入力画面において回答の作成を行い、確認画面で翻訳の結果を確認する。翻訳に誤りがあれば修正を加え、回答を投稿する。回答者が投稿した回答はTravoサーバに送信され、翻訳サーバに回答の翻訳クエリを送り、翻訳結果を受け取る。回答と翻訳結果を回答DBに登録し、旅行者に回答が寄せられたことを電子メールで知らせる。

(4) 旅行者はメールに添付してあるURLから携帯端末用のWebページを開き、回答を閲覧する。寄せられた回答だけでは問題の解決が図れない場合、質問者はWebページから再度質問を投稿し、回答を求めることができる。

### 3.4 試用実験

#### 3.4.1 実験の想定

今回の実験は、日本人同士で本システムを使って、質問・回答のやり取りを行ってもらった。今回の実験では旅行者の出す質問が日本人同士での実験のため、翻訳機能を介したコミュニケーションの影響やTravoシステムの外国人旅行者支援としての評価は行っていない。今回の実験は、主として、位置情報や画像情報が回答作成に与える影響について考察し、それらの役割について調べることを目的としている。

質問を投稿する日本人（以下、質問者）に、和歌山県に旅行に来た旅行者であると想定してもらい実験に参加してもらった。

#### 3.4.2 実験手順

質問者には実験前までに和歌山県に関する質問を旅行者の視点から4問作成してもらった。質問の作成にあたり、質問者が質問を出した場所の位置情報とその質問用の画像を用意するよう指示した。また、質問の作成において、位置情報や画像の確保が困難な場合には、取得できた情報と質問を送信するものとした。質問者には作成してもらった質問と位置情報、画像を使用してメールを作成してもらう。作成された質問は、携帯端末に移され実験開始まで質問の投稿はしない。



図3-4 回答者用の位置情報および画像情報の参照画面

表3-1 試用実験の結果

質問番号	質問内容	回答数	位置情報	画像情報	回答者評価	結果
Q1	和歌山大学からガーデンパークまで行きたいのですが道のりを教えてください。	4	×	○	1.3	解決
Q2	これはどういう建物なんですか？	3	○	○	1.7	解決
Q3	JR 和歌山駅にいます。お土産は何がいいですか？	6	×	○	2.0	解決
Q4	那智の滝にいます。駅にはどう行ったらいいですか？	4	○	×	2.3	解決
Q5	特急に乗って旅行をしています。車窓からクジラの絵が見えました。和歌山でクジラが捕れるのですか？	5	○	○	2.7	解決
Q6	ここにいます。何か食べに行きたいのですがどこがいいでしょうか？	4	○	○	3.0	解決
Q7	ポルトヨーロッパにいます近い病院はどこですか？	3	○	○	3.0	解決
Q8	和歌山市駅に行きたいのですが、ここに出てしまいました。どういったらいいのでしょうか？	4	○	○	3.0	解決
Q9	和歌山県立美術館です。有名作品はなんですか？	6	○	×	3.3	解決
Q10	ここのラーメン屋のメニューでどれがオススメですか？	4	×	○	4.0	解決
Q11	ここは万葉の史跡だそうです。どのような歴史のある場所なのですか？	5	○	○	4.3	解決
Q12	駅前の観光マップにあった、加太にある戦争跡らしいのですが、行き方を教えてください。	3	○	○	2.7	未解決
Q13	買い物がしたいのですが、どこかいいところありますか？	4	×	○	3.3	未解決
Q14	この後和歌山城に行きたいのですが、どういけばいいのでしょうか？	2	○	○	3.7	未解決
Q15	安い温泉はどこですか？	1	○	×	4.3	未解決
Q16	高野山で美しい建物を発見しました！これは何という建物ですか？	1	○	×	4.7	未解決

※回答者評価とは、「○○の質問は回答しにくかった」という問いに対して、「1：強く同意しない」「2：同意しない」「3：どちらでもない」「4：同意する」「5：強く同意する」の5段階で回答者に評価してもらった結果の平均である。値が1に近いほど評価が高い。

回答者にはGoogleEarth を立ち上げてもらい、質問をGoogleEarth 上にマッピングするために、KML ファイルをGoogleEarth 内に保存してもらう。このKML ファイルは30 秒おきにTravo サーバと同期を取るよう設定してある。

図3-4 はGoogleEarth 上に質問をマッピングした画面である。画面の左側は投稿された質問の一覧が表示されている。画面の上半分は、質問DB に格納されている位置情報をもとに、GoogleEarth 上に質問をマッピングしたものである。画面の下半分は図3-3 で示した支援者用の入力画面である。

実験開始と同時に質問者には質問が書かれたメールを一つTravo サーバ宛に送信してもらう。質問が解決したと質問者が判断した場合、次のメールを送信してもらう。また、10 分経っても質問が解決しなかった場合も同様に次のメールを送信してもらう。

本実験は、5 人の被験者を質問者2 人、回答者3 人に振り分けて2 度行った。一度目の実験で質問者を担当していた人は二度目の実験では回答者を担当し、質問者には回答者の中から2 人が担当した。

また本実験では、質問者が使用する携帯端末としてWindows ベースの小型PC であるVAIO Type-U を用いた。

### 3.5 実験結果と考察

表3-1 に今回の実験で質問者から出された質問の内容と回答数、位置・画像情報の有無ならびに回答者による質問の評価と質問の解決状況を示す。投稿された質問の数は全部で16 件。そのうち11 件の質問については実験の時間内に解決され、残りの5 件の質問は未解決のまま実験が終了した。

未解決のまま終了した質問を取り上げ、解決に至らなかった原因について考察する。

#### ・ Q13 について

この質問が解決まで至らなかった原因として位置情報が欠如していたことが挙げられる。「買い物でしたので、どこかいいところありますか?」という質問から、買い物をしたいという質問者の意図は読み取れるのだが、位置情報がないために、質問者が今どこにいるのか判断ができず、回答者が回答を投稿できずに

いたと考えられる。

実験後のアンケートでもこの質問に対して、「位置情報があれば、場所の把握ができて回答がやり易かった」「質問者の現在地が分からなかったため、店の案内をするのが困難である」などの意見が挙げられていた。

#### ・ Q15 について

この質問は周辺情報に関する質問である。この質問の未解決理由として、質問が投稿された場所に関して、回答者全員の知識が乏しかったためと考えられる。実験後のアンケートでもこの質問に対して、「良く知らない。質問の意図が分からない」「地元でない上に、温泉に興味がない」などの意見が挙げられていた。

#### ・ Q16 について

この質問は特定の建物についての質問である。しかし、画像情報が送付されておらず、質問の中で聞かれている建物が特定できなかったため、回答者が回答できなかったと考える。また、唯一寄せられた回答も「画像がわからないので、答えられないですね・・・」であった。

解決済みの質問の中には、未解決問題と同様、位置情報や画像情報が欠如した質問が含まれているが的確な回答が寄せられ、質問の解決に至っているものもあった。以下にその質問を取り上げ、解決に至った理由について考察する。

#### ・ Q1, Q3, Q10 について

これらの質問は、Q13 同様に位置情報の添付がなかった質問である。しかしQ13 の場合とは異なり、質問の解決に至っている。これは、質問内容から質問者の現在地が推測可能だったため、位置情報の添付がなくても、質問に回答できたものと考えられる。例えば、Q1 の質問は

「和歌山大学からガーデンパークまでの道のりが知りたい」というもので、質問内容から質問者の現在地が和歌山大学であることが容易に判断できたため、位置情報の添付がなくても質問に回答できたと考えられる。

今回の実験結果から、未解決の質問には、2 つの特徴がみられた。一つは、質問に含まれる背景情報の不足であり、もう一つは、回答者側の知識の不足である。これら2 つの要因が、質問への回答を困難にさせてい



る傾向が見られた。また、質問内容に位置情報と画像情報が付加されることで、質問の解決率が上がるという傾向が見られた。

表3-2に、実験に参加した被験者全員に対するアンケート結果を示す。表3-2の(1)と(2)から、被験者は、位置情報と画像情報が質問の理解に役立っていると考えていることがわかった。しかし、表3-2の(5)から、単にGoogleEarthを用いて質問者の位置情報を知らせることが、質問の理解と直接結びついているわけではなかった。GoogleEarthは、位置情報を視覚的に表示するためのシステムとしては有用であった。

表3-2 アンケート結果

質問項目	評価平均
(1) 位置情報は質問内容を理解する手助けとなる。	4.2
(2) 画像情報は質問内容を理解する手助けとなる。	4.6
(3) 私は旅行者の位置がイメージできた。	4.0
(4) 私は投稿した回答は正確に質問者へと伝わった。	3.0
(5) GoogleEarthを使用することで、質問の理解に役に立っている。	2.8
(6) 位置情報の修正が行えることは外国人旅行者を支援する上で役立つ。	4.0

※評価平均とは、「1:強く同意しない」「2:同意しない」「3:どちらでもない」「4:同意する」「5:強く同意する」の5段階で評価してもらった結果の平均である。値が5に近いほど評価が高い。

位置情報がないことで適切な回答が得られなかった質問もあったものの、位置情報の添付がない場合であっても、質問内容に質問者の位置情報が含まれている場合には、位置情報の添付に関係なく回答ができていた。

表3-3 回答件数別解決率

回答件数	解決率	回答者評価	質問数
1件	0%	4.5	2
2件	0%	3.7	1
3件	67%	2.4	3
4件	83%	2.9	6
5件	100%	3.3	2
6件	100%	3.2	2

※回答者評価とは、「○○の質問は回答しにくかった」という問いに対して、「1:強く同意しない」「2:同意しない」「3:どちらでもない」「4:同意する」「5:強く同意する」の5段階で回答者に評価してもらった結果の平均である。値が1に近いほど評価が高い。

表3-3は、回答件数ごとの質問の解決率を示したものである。今回の実験で一つの質問に対して与えられ

た回答時間は約10分間であったが、質問1件につき、平均約3.6件の回答があった。また、回答が3件以上投稿された場合、質問の解決率が高くなる傾向がみられた。

### 3.6 おわりに

外国人旅行者の日本での活動を支援するために、地域の住民らによって支援を行うための地理情報および画像情報を組み合わせた地域情報共有システムTravoの構築を行い、Travoの試用実験の結果および位置情報と画像情報の効果について検討を行った。

今回の実験の結果、位置情報と画像情報は、特に質問の回答に有用な情報となる傾向が見られた。特に、回答のためには、画像情報の方が位置情報よりも、有用である傾向が見られた。

今後、異文化間での利用者実験の実施について検討を行う。

### 3章の参考文献

- [1] ビジット・ジャパン・キャンペーン,  
<http://www.vjc.jp/>
- [2] 国際観光振興機構(JNTO),  
<http://www.jnto.go.jp/info/>
- [3] 藤井薫和, 重信智宏, 吉野孝, 機械翻訳を用いた異文化間コミュニケーションツールAnnoChatの適用と評価, 情報処理学会研究報告, Vol. 2005 No. 92, 2005-GN-057, pp. 67-72, 2005.
- [4] 船越要, 山本晃成, 藤代詳之, 野村早恵子, 石田亨, 異文化コラボレーションシステムの設計, 情報処理学会第65回全国大会,  
4A-5, 2003.
- [5] 林田尚子, 石田亨, 街中における機械翻訳を介したコミュニケーションの支援－異文化コミュニケーション支援エージェントを目指して－, 合同エージェントワークショップ&シンポジウム  
2005 (JAWS-05), 2005.
- [6] 林田尚子, 石田亨, 翻訳エージェントによる自己主導型リペア支援の性能予測, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J88-D1, pp. 459-1466, 2005.
- [7] GoogleEarth-KML,  
<http://earth.google.com/kml/whatiskml.html>

## 4. GPS付ケータイを利用した和歌山市中心部における人ナビゲーションシステムの試作

### 4.1 研究背景と目的

和歌山県は、21世紀の主要産業として、観光業を重要視している。また、和歌山大学では、観光学科が設置され、観光業の専門家の育成も本格化しようとしている。このような状況の中で、国土交通省は、携帯電話へのGPSの標準搭載を推進しようとしている。そこで、GPSを搭載した携帯電話を利用して、和歌山市内をドメインとして、ナビゲーションシステムを試作した。

本研究では、NTT DoCoMoの携帯電話SA-700is (図4-1)を利用してi-mode用にシステムの開発を進めた。また、本研究で利用するSA-700isの主な機能としてi-mode接続（Webブラウザ機能）、GPS情報の送受信の2点である。



図4-1 SA-700is

### 4.2 K-M a pの概要と仕様、開発言語

本研究で作成する試作システムを『K-M a p（ケイ・マップ）』と名づけ、利用の際、ほぼ全ての操作を画面上に表示されるボタンや操作パネルによって行えるよう設計を心がけた。

#### 4.2.1 概要

K-M a pはi-modeに接続できるGPS付ケータイで利用可能なWebナビゲーションシステムであり、一覧から希望の目的地を選択することで現在地からそこまでのルートを自動探索し、地図画像としてそれを表示させることができる。

#### 4.2.2 仕様

K-M a pの仕様としては、指定可能な目的地として登録した箇所は20件、また和歌山市中心区域（JR和歌山駅、和歌山城、紀和駅、南海和歌山市駅を最端とする区間）のみで利用可能とし、さらに徒歩移動を対象としている。

#### 4.2.3 開発言語

開発にあたり、言語はその8割をPHPで実装した。PHPを選んだ理由としては、PHPならデータベース(MySQL)を扱う際に、比較的容易に実装できることや、出力部であるHTMLもPHP内に自由に追記できること、また画像のクリッピングや直線の描画も標準で関数として用意されており、K-M a p実装に適していると判断したからである。

ただ、PHPでは、仕様上ケータイから送信されたGPS情報を受け取れなかったため、その部分だけはPerlによるCGIで補完した。

なお、GPS情報の送受信に関してはNTTDoCoMo社のi-modeコンテンツ作成用資料（参照<http://www.nttdocomo.co.jp/service/imode/make/content/gps/>）に準じて開発を行った。

### 4.3 K-M a pの機能

本章ではK-M a pの機能について述べる。K-M a pの機能は大別すると、個人設定、人ナビである。以下にそれらを詳しく紹介する。

#### 4.3.1 個人設定

自分の歩く速さなどをあらかじめ登録しておける機能である。登録した内容はサーバ側に保存される。この個人設定を済ませることでID番号が発行され、K-M a p利用可能となり、ユーザは、以後このID番号をもとに識別される。ID番号は便宜上、ケータイの番号を使うようにしており、また、登録内容はいつでも変更できる。

#### 4.3.2 人ナビ

目的地を選択し、結果を一連のルートとして地図上で総距離とともに表示する。また、現在地を好きなときにマークすることができる。

#### 4.3.3 インタフェース

K-M a p の操作は、そのほとんどが画面上に表示されるプルダウンメニューとボタンで行われる。

目的地の入力は、目的地のカテゴリを一覧からプルダウンメニューで選択したのち、同様にカテゴリ内の目的地の地名を一覧からプルダウンメニューで決定する。このとき、その目的地の紹介画像などを見ることがもできる。

また、地図画像表示後は、地図画像下部に上下左右ボタンが表示され、これらを押すことで、その表示枠を変えられる。

この地図画像表示中は、人ナビでは、出発点、目的地ボタンがあり、これらを押すことで地図の表示枠を出発点中心にしたり、目的地中心にしたりできる。また、現在地ボタンを押すと新たにGPS情報を取得し、これを現在見ている画像上にマークできる。

#### 4.4 データベース

本章ではK-M a p を構築するのに必要となったデータベースについて述べる。

##### 4.4.1 3つのデータベース

K-M a p を支えるデータベースは全部で以下の3つである。

- 道路データベース
- 交差点データベース
- スポットデータベース

各詳細は4.4で書くが、K-M a p ではこの3つがそれぞれのデータを互いに補完し合うことでルート探索(4.5で解説)を実現する。

##### 4.4.2 道路、交差点、スポットの定義

各データベースを解説する前に、K-M a p における個々の言葉の定義を書く。

●道路：必ず2つの交差点によって構成され、唯一に決められる直線

- 交差点：少なくとも1つの道路の端点となる点
- スポット：目的地となりうる観光地や店など

#### 4.4.3 エリア

第2章でも述べたようにK-M a p で扱える区域は和歌山市中心区域である。道路と交差点においてはこの区域に含まれる全てを網羅してデータを登録しているが、データベース内ではこの区域を図4-2のように等しく8つに分割して扱い、この1マスをエリアと呼ぶ。



図4-2：エリア図

上図を見れば分かるように各エリアはs1やt3といった具合で名づけた。

なお、sとtは道路データベース、()内のaとbは交差点データベースで使用した。

なお、このように分割するのは、ルート探索(第5章)時に、その出発点を求める際の負担を軽減するためである。

##### 4.4.4 道路データベース

道路データベースは以下のように構成されており、エリア別にテーブルが用意されている。

ID	交差点1	交差点2	全長(m)
----	------	------	-------

- ・IDは、エリア名とともに道路を唯一にするものである。例) s2エリアのID1
- ・交差点1, 2は、その道路を構成する両端点となる交差点の識別名(エリア名+ID)。
- ・全長は、その道路の長さで単位はメートルである。

##### 4.4.5 交差点のデータベース

交差点データベースは以下のように構成されており、エリア別にテーブルが用意されている。

ID	緯度	経度	道路1～道路7
----	----	----	---------

- ・IDは、エリア名とともに交差点を唯一にするものである。例) a3エリアのID1

・緯度と経度は、世界測地系（W S G 8 4）に基づいたその交差点の位置情報である。

- ・道路1～7は、その交差点を端点として伸びる道路の識別名（エリア名＋ID）

#### 4.4.6 スポットデータベース

スポットデータベースは以下のように構成されており、これは歴史、娯楽、食事、交通機関、レジャーといったカテゴリ別にテーブルが用意されている。

ID	緯度	経度	交差点	詳細
----	----	----	-----	----

・IDは、カテゴリ名とともにスポットを唯一にするものである。例）食事のID1

・緯度と経度は、世界測地系（W S G 8 4）に基づいたそのスポットの位置情報である。

・交差点は、位置的にそのスポットに最も近似する交差点の識別名（エリア名＋ID）。

・詳細は、そのスポットの名前や紹介文、紹介画像へのパスなどである。

#### 4.5 ルート探索アルゴリズム（基本）

本章ではK-M a pにおけるルート探索アルゴリズムについて述べる。

##### 4.5.1 ルート探索の概要

K-M a pにおけるルート探索は、どの場合も基本的には交差点を次々に選んで進み、ゴールを目指すというものである。以下にその詳しいアルゴリズムを述べる。

##### 4.5.2 現在地情報の認識と出発点の決定

ルート探索の準備として、まずユーザの現在地を把握する必要がある。

ユーザの現在地情報、これはフォームデータ内にこれを付記させてC G Iで受け取ることが出来る。これはSA700isケータイの仕様である。受け取ったフォームデータを文字列単位で分解すれば緯度と経度が分かる。

その後、この現在地情報に、位置的に最も近似する交差点を求める。

その際、単純にデータベース内の交差点（約1000個ある）を総当りで調べてしまうと無駄があり過ぎるた

め、あらかじめどのエリア内に位置するかを調べたのちに、そのエリア内で検索するようにした。

こうして得られた現在地に近似する交差点、これが以降のルート探索での「出発点」となる。

##### 4.5.3 目的地の認識とゴールの決定

同様に、ユーザが選んだ目的地スポットに、位置的に最も近似する交差点を求める。これはスポットデータベースにあらかじめ登録しているため、特別な計算は必要ない。

この交差点がルート探索における「ゴール」となる。

##### 4.5.4 次に進むべき交差点の探索と決定

次に、上記で得た交差点を端点として伸びる道路を求めれば、次にどの交差点に進めるのかが分かる。ただし、伸びている道路が1本とは限らない。通常、一つの交差点からは複数の道路が伸びている。よって進める交差点も複数個が求まるが、言うなれば、これらが次に進むべき候補となるのである。

さらに、この候補の中から1つを決定するために、「ゴールに最も近づくものを選ぶ」というアルゴリズムを採用した。これは各候補とゴールを直線で結び、その長さを求め、それが最も短いものが次に進むべき交差点として選ぶということである。

こうして得られた交差点を「出発点」とみなし、再び次に進むべき交差点を探す。この作業をゴールに辿りつくまで永遠と繰り返すこと、これがK-M a pにおける基本的なルート探索アルゴリズムである。以下に、図解を掲載しておく（図4-3）。

最終的には、このように探索した軌跡を直線として描画することでルートを表示する。

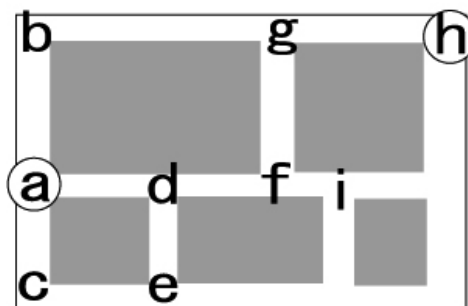


図4-3 ルート探索アルゴリズム基本

出発点を a，ゴールを h としたとき

Step1：a から伸びる道路は上下の 2 本と右への 1 本であり，それぞれの端点は b，c，d

Step2：b，c，d それぞれについて h までの距離を求めると，最も短いのは d（a から d へ）

Step3：d から伸びる道路は左右の 2 本と下への 1 本であり，それぞれの端点は a，f，e

Step4：a，f，e それぞれについて h までの距離を求めると，最も短いのは f（d から f へ）

Step5：f から伸びる道路は左右の 2 本と上への 1 本であり，それぞれの端点は d，i，g

Step6：d，i，g それぞれについて h までの距離を求めると，最も短いのは g（f から g へ）

Step7：g から伸びる道路は左右の 2 本と下への 1 本であり，それぞれの端点は b，h，f

Step8：b，h，f の中にゴール h があるため h へ進む

結果，a，d，f，g，h の順に進む

#### 4.6 ルート探索アルゴリズム（改良）

前章で K-M a p におけるルート探索アルゴリズムの基本を述べたが，この章ではそれだけでは通用しないような場合に向けてのアルゴリズムの改良について述べる。

##### 4.6.1 ルート探索アルゴリズム（基本）では通用しないパターン

先のアルゴリズムを実際の道路地図で検証してみたところ，これでは通用しない場合が存在することが分かった。

それは，たとえば以下のような場合である（図4-4）。

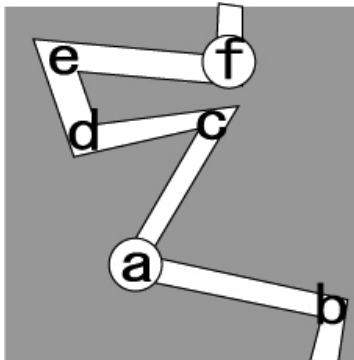


図4-4 ルート探索アルゴリズム基本の限界

出発点を a，ゴールを f とした場合

Step1：a から進めるのは b か c

Step2：b，c それぞれについて f までの距離を求めると，最も短いのは c（a から c へ）

Step3：c から進めるのは a か d

Step4：a，d それぞれについて f までの距離を求めると，最も短いのは d（c から d へ）

Step5：d から進めるのは c か e

Step6：c，e それぞれについて f までの距離を求めると，最も短いのは c（d から c へ）

この時点で，Step3に戻ってしまい，結果として c，d 間を永遠に行き来することになり，当然プログラムの中では無限ループになってしまうのである。

##### 4.6.2 ルート探索アルゴリズムを改良

上記のような場合を考慮して，無限ループを回避するように特殊なルールをアルゴリズムに与えることで，これを改良した。そのルールとは以下の 3 つである。

- ひとつ過去に通った道路を再び通るときはフラグを立てる
- フラグが立った道路は通れない
- ただし，フラグにはばまれ動けなくなった場合は最も過去にフラグを立てた道路を通る

ルート探索プログラムをこのルールに従い先の例を実行すると以下ようになる（図4-5）。

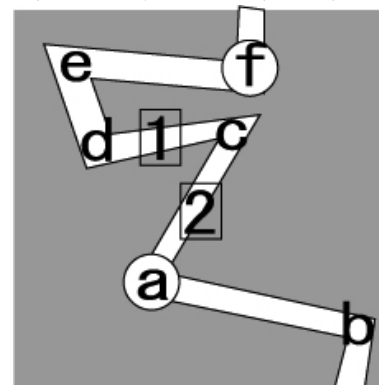


図4-5 ルート探索アルゴリズム改良

Step1, 2 は省略． c まで来た

Step3：c から進めるのは a か d

Step4：a，d それぞれについて f までの距離を求め

ると、最も短いのはd（cからdへ）  
 Step5：dから進めるのはcかe  
 Step6：c，eそれぞれについてfまでの距離を求めると、最も短いのはc（dからcへ）  
 Step7：ひとつ過去に通った道路を再び通ったので道路1にフラグを立てる  
 Step8：cから進めるのはaかdだが、道路1はフラグがあるので通れない（cからaへ）  
 Step9：aから進めるのはbかc  
 Step10：b，cそれぞれについてfまでの距離を求めると、最も短いのはc（aからcへ）  
 Step11：ひとつ過去に通った道路を再び通ったので道路2にフラグを立てる  
 Step12：cから進めるのはaかdだが、道路1も道路2もフラグがあるので通れない  
 Step13：動けなくなったので最も過去にフラグを立てた道路を通る（cからdへ）  
 Step14：dから進めるのはcかeだが、道路1はフラグがあるので通れない（dからeへ）  
 Step15：eから進めるのはdかfであり、fはゴールである

このように、この3つのルールに従わせれば先の例の無限ループ問題は解決される。

#### 4.6.3 ルート探索アルゴリズム（改良）の補足説明

6.2で解説したアルゴリズムについて、一見すると、もっと単純に「一度通ったら戻らない」というルールだけでいいように思えるが、それは違う。なぜなら、それでは例えば以下のような袋小路が存在した場合に対処できないからである（図4-6）。

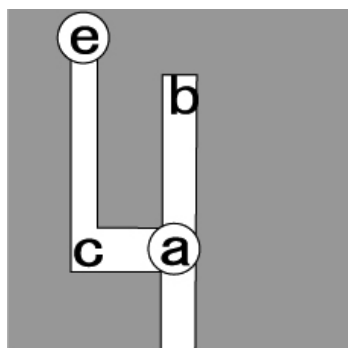


図4-6 袋小路問題

aを出発点、eをゴールとした場合、ゴールに最も近い袋小路bに進んでしまう。そして、もし上記のようなルールを採用してしまうと、どこへも進めなくなってしまうのである。

#### 4.6.4 重複道路の削除

最終的にユーザーに表示すべきルートについては、前述のルート探索アルゴリズム（改良）において、単純に交差点の移動軌跡をルートにしてしまうと問題がある。

なぜなら、「フラグを立てた道路が存在する＝その道路を往復している」からである。

そこで、K-Mapでは直線の描画前に、通過した全道路をチェックし、同じ道路が2回連続して続いているかないかを調べ上げ、2回連続していればこの片方を削除するようにしている。

#### 4.6.5 ルート探索アルゴリズム（改良）の有効性について

この改良版アルゴリズムで、考えられるだけのパターンを試したが、現在までで、これが通用しないパターンは見つけれられておらず、これがどこまで有効なのかは明らかにできていない。

少なくともK-Mapで扱う区域においてはこれまで無限ループしたことがないため、一般的な整備された道路であればおおそこれで解決できるのではないかと考えられる。

また、必ずしも最短ルートを導き出すわけではなく、最短ルート探索アルゴリズムとしては不完全である。

#### 4.7 ナビゲーションルート表示実験

K-Mapを用いて生成された地図画像を図4-7と図4-8に掲載する。

#### 4.8 まとめ

本研究により、よりよい人ナビゲーションを実用化させるために必要だと思ったことは以下である。

- 歩く速さをリアルタイムで検知する技術…ケータイ本体でそれが出来れば一番よい
- 最短ルートを提示できるようなルート探索アルゴリズムの確立…既存のカーナビくらい

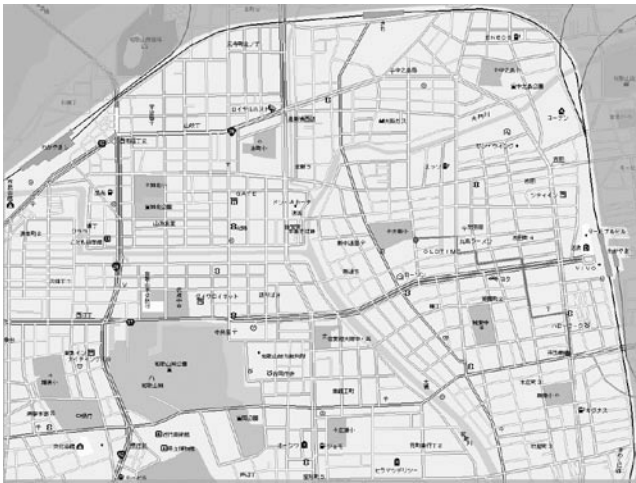


図4-7 大新小学校付近から井出商店へ

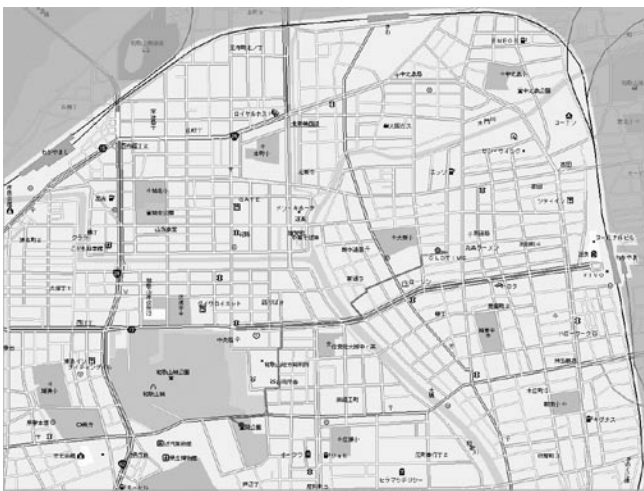


図4-8 大新小学校付近から岡公園へ

- システムのレスポンスを早くする技術…プログラムの軽量化
- 地図の縮尺の切り替え…これはプログラムとして実現可能である
- 地図画像の回転…例えばケータイを傾かせると地図の方向が変わるようになるといい
- 登録スポットを豊富にする…時間があれば可能である
- 信号、横断歩道、踏み切りなどのデータ…これも時間があれば可能である
- DoCoMo機種以外への移植…現在地情報の送信部分

を自由に開発できれば可能である

#### 4章の参考文献

- [1]ハーシー，速攻！図解プログラミング PHP + MySQL
- [2]高橋大吾，10日でおぼえるPerl/CGI入門教室 第2版
- [3]PHPマニュアル  
<http://www.php.net/manual/ja/>
- [4]phpspot <http://phpspot.net/php/>
- [5]Web Artisan Blog  
<http://www.res-system.com/weblog/item/374>
- [6]和歌山県観光情報  
<http://www.wiwi.co.jp/kanko/midokoro/index.html>
- [7]独立行政法人科学技術振興機構  
<http://www.sen.jst.go.jp/index.html>
- [8]NTTDoCoMo 作ろうiモードコンテンツ：GPS  
<http://www.nttdocomo.co.jp/service/imode/make/content/gps/>

## 5. 3DCGによる街路空間シミュレーションに関する研究（その1） -VRによるサイン計画検討システムの開発-

### 5.1. 研究背景

従来、都市や街路空間にはその地域に対応した意匠や色彩の統一があり、歩行者は街並みや風景に調和するように付加された案内をもとにナビゲーション（歩行者誘導）がなされてきた。しかし、現在の街路空間には、わかりやすさを追求した派手な歩行者用案内サインや路上工作物が多く設置されるようになった。そのため、かえって歩行者誘導を混乱させている事例や地域の美観や景観を損なっている事例も少なくない。また街路空間に挿入される案内・誘導サインはその地点で必要とされる案内情報を提供するだけでなく、歩行者の移動や視点に応じてひとつの連続した空間体験（シーケンス）の中で機能しなければならないと考えられる。

### 5.2. 研究目的

これまでに都市の持つlegibility（わかりやすさ）を明らかにしようとする考察[1]や街路空間における経路探索や空間把握に関する調査手法がこれまでに多く提案されてきた。[2]また3次元CGとVR技術の向上により、対象となる街路空間を仮想的なCGモデルとして表現し、実空間で行う探索行動や経路選択のシミュレーションを行う研究も行われている。[3] [4]ただし、既存のサイン環境の評価や街並み体験を主目的とした事例が多い。サイン計画や経路探索に3次元CGを利用する利点としては、

- 1) 実空間での煩雑な調査によらない効率的検証が可能
  - 2) 設置するサインや街路空間を目的に応じて多様に設定・変更できる
  - 3) 歩行者の探索行動や経路選択を履歴として電子的に記録できる
- などの点があげられる。一方で、難点としては、
- 1) 建築物や工作物などの仮想空間の歩行環境の表現や質感が実空間と異なる
  - 2) 歩行による移動や連続した景観変化の正確な体験が困難

などの点があげられる。そこで、本研究では連続して変化するシーケンス景観に応じた街路空間を仮想空間上で体験でき、歩行者の経路選択やそのためのサイン設置検討を支援するインタラクティブなシミュレーション環境と技法の構築を行った。

### 5.3. VRによる街路空間検討支援システムの構築

VRによる仮想空間体験をベースとしたサイン計画と歩行者の誘導デザイン評価のため、本研究では以下のソフトウェア、ハードウェア環境による実験環境を構築した。

#### 5.3.1. ハードウェア環境

仮想的な街路空間の歩行体験は実空間の歩行と違い、モニターで表示される範囲に限られる、移動や経路選択の操作がマウスやキーボードによるなど、大きく制限される。また現在位置を確認しながら進む街路空間の認知についても、モニターないしはプロジェクタ投影では十分に疑似体験できるとはいいがたい。本研究では、図5-1に示すヘッドトラッキング機能付HMD：Head Mount Display（eMagin社 Z800 3D Visor）、無線対応のコントローラ（Buffalo, BGC-WUCF120）を使用した。これにより歩行者となる被験者は、実空間で行うように周囲を見渡ししながら、仮想空間内を疑似歩行できる。（図5-2）

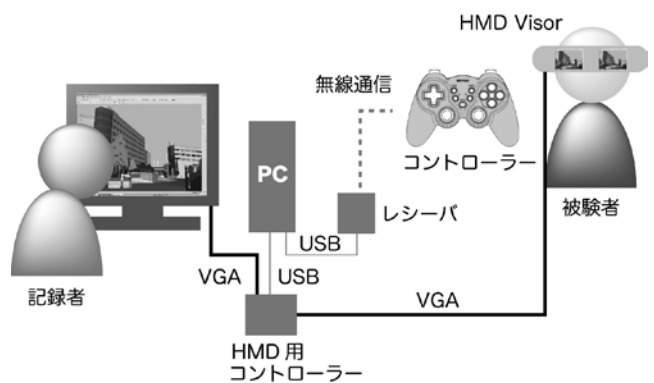


図 5-1 HMD および無線コントローラによる実験環境





図5-2 HMD、コントローラによる仮想空間の歩行体験

### 5.3.2. ソフトウェア環境

街路空間の3次元モデル作成には、シンプルな操作性とGoogle Earthと連携できるSketchUp Pro 5Jを使用した。また街路空間の仮想歩行ナビゲーションには、数GBの大容量モデルでもリアルタイムレンダリング表示が可能なNavisWorks JetStream v4 (Informatix社)を使用した。SketchUpで作成した複数のモデルデータをDXF変換し、NavisWorks上で統合、テクスチャマッピングなどの画像データを付加することで写実的な3次元街路空間をリアルタイムにウォークスルーできる。

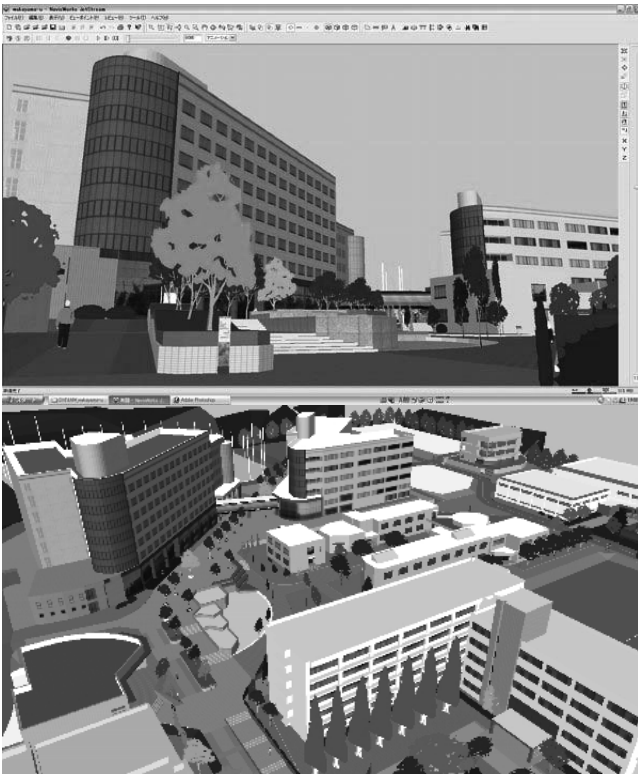


図5-3 NavisWorksで構築した3Dモデル（大学キャンパスを事例）

表5-1 経路選択行動の記録方法と対応

評価項目	記録内容・方法	機能・ツール
視界イメージ	画面キャプチャ（静止画）	画面キャプチャ
	WMVによる動画記録（映像記録）	Navisworks 機能
行動時間	XML 歩行履歴データ	Navisworks 機能
行動軌跡	WMVによる動画記録記録	Navisworks 機能
	XML 歩行座標データ	Navisworks 機能
注視方向・手がかり	画面キャプチャ（静止画）	画面キャプチャ
	動画記録をもとにヒアリング	シート記入
	XML 視線座標データ	Navisworks 機能
観察記録	ビデオ記録、被験者の行動観察	シート記入

### 5.3.3. サインおよび関連情報のリンク機能

QRコードなどのITサイン利用にも対応するため、仮想空間に埋め込まれるリンク機能を活用した情報参照機能を用意した。これにより携帯電話などを利用したITサービスを活用した歩行者案内にも対応できる。



図5-4 仮想空間に埋め込まれたQRコードサインの利用

### 5.3.4. 歩行経路と経路選択行動の記録機能

仮想空間の歩行実験において、周囲の見回し、目標物の視認、案内サインなどの手がかり確認といった被験者の行動を電子的に記録することで歩行者の行動を定量的に検討することが可能になる。ここでは、被験者の行動記録を、

1) 視界イメージ、2) 行動時間、3) 行動軌跡、4) 注視方向と手がかり、5) 行動特性の観察と発話の5項目と設定し、NavisWorksの機能であるウォークスルー映像の動画記録、視点座標のXMLデータ出力、被験者の歩行速度制限により、ムービーデータ、キャプチャ画像イメージ、XMLのデータシートとして保存

した。また被験者の発話や行動観察実験には観察記録者を設定し、データシートに記録することで対応している。被験者の行動記録内容と方法を表5-1にまとめる。

#### 5-4. 成果とまとめ

本研究では、街路空間での歩行者ナビゲーションや経路選択行動を仮想空間上で体験し、歩行者サインの設置計画やITを活用した案内情報サービスの提供方法について事前に検討評価するシミュレーション手法を提案した。この手法では、被験者の行動を電子的に記録し、煩雑で無秩序になりがちな公共空間におけるサイン環境の改善に役立てるものと期待できる。

#### 5章の参考文献

- [1] Kevin Lynch, 丹下健三, 富田玲子 訳, 『都市のイメージ』, 岩波書店, 1968
- [2] 社団法人 日本建築学会, 『建築・都市計画のための調査・分析方法』, 井上書院, 2003
- [3] 亀井康考 他, 『CGを用いた経路誘導に関するサイン評価』, 日本デザイン学会, デザイン学研究Bulletin of JSSD, 2003
- [4] 川村明史 他, 『仮想空間を利用した経路選択行動における空間情報の効果に関する研究(その1) 実験空間の作成と実験手法の検討』, 日本建築学会講演梗概集, 2003,9

## 6. 3DCGによる街路空間シミュレーションに関する研究（その2） -大学キャンパスサイン計画のケーススタディ-

### 6.1. 研究背景と目的

5章では3DCGによる街路空間の歩行体験シミュレーション手法の構築について述べてきた。このシステムは、VR技術を用いて大規模な建築・都市空間を擬似的に体験できると同時に被験者の経路選択行動を記録することを可能にした。本報では大学キャンパスにおける歩行者案内と誘導サインの整備計画をケーススタディに、このシステム環境を利用してサインの配置や歩行者誘導デザインについて多角的に比較・検証を行った結果について述べる。最後に本研究にて提案した街路空間シミュレーション手法の有効性について考察していく。

### 6.2. キャンパスサイン計画の概要

2005年度より進められている和歌山大キャンパス環境整備として2006年度に設置された歩行者用サインは図6-1に示す歩行者向けの案内・誘導サイン（自立式および取付式タイプ）で、学内の歩行者動線上に配置され、学内外の歩行者を各施設へと誘導するものである。（図6-1）

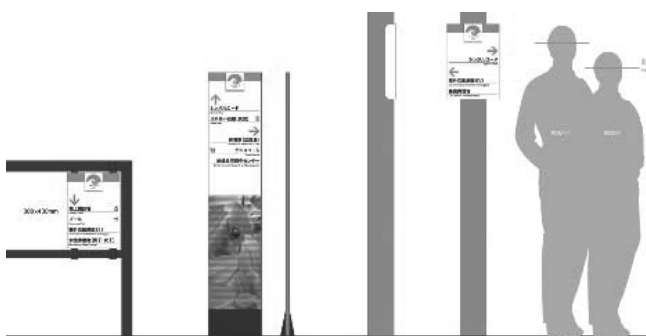


図6-1 和歌山大の歩行者用案内サインのデザイン案

### 6.3. 街路空間シミュレーションによるサイン評価・検証

前述の歩行者サイン配置と誘導デザインにあたり、以下のような配置シミュレーションと検証実験を行った。

#### 6.3.1 3DCGによる街路空間モデリング

街路空間モデル作成には建築物、工作物、樹木等の自然物など周辺を含めた広範囲の3次元モデリング作業を伴う。検討対象となるキャンパス環境について、ヒアリングおよび記述式アンケート調査を行い、キャンパス空間の想起要素の抽出を行った。結果をもとにモデルのディテールやテクスチャの有無を設定、少ないデータ量で擬似的な空間体験を可能とする3DCGモデルを構築した（表6-1）。

表6-1

空間構造	ディテール	テクスチャ	参照資料
敷地	中	あり	図面
建築物	高	あり	図面
サイン	高	あり	図面
樹木	低	なし	ライブラリ
人間	低	なし	ライブラリ
道路設置物	中	あり	現物の測量

#### 6.3.2. 仮想空間の歩行実験手順と被験者

サイン位置と案内の有効性の検証実験は、大学キャンパスを知らない学外の被験者12名（男性10名、女性2名）、大学入口から最も遠い位置にあり、学外者の利用頻度が高い地域共同研究センターを目標として行った。検証はCase01：現状のキャンパス環境（サイン案内なし）、Case02：新設案内サインを付加した案、Case03：新設案内サインに加えて携帯電話から利用できるQRコードサイン機能を付加した案の3つとした。

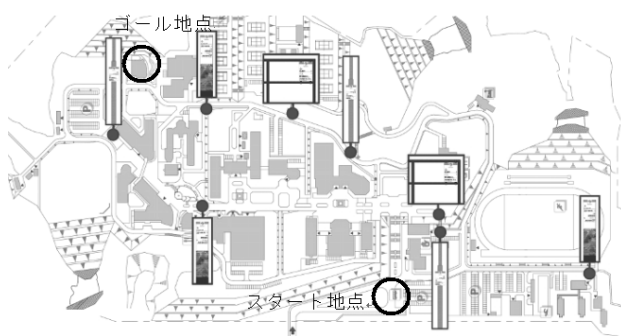


図6-2 歩行者サインの配置案と歩行開始と終了地点

#### 6.3.3. 歩行体験の結果と経路選択行動の評価項目

前報で述べた評価項目のうち、1）視界イメージ（図6-3）、2）行動時間、3）行動軌跡、4）注視方向と

手がかり，5）行動特性の観察と発話について，キャプチャ画像イメージ，XML形式の移動座標データ，歩行時間，迷いや周辺確認などの行動観察を実験結果として収集した。



図6-3 HMDからみた被験者の視界イメージ画像

これらの観察データから，案内サインの利用状況の指標化として，a) 被験者の歩行軌跡マップ（目標到達率），b) 行動時間と歩行距離の相関グラフ算出，c) 超過歩行距離率[1]の算出，d) 観察記録との比較とヒアリングを試みた．図6-4～6-5に複数の被験者による歩行軌跡をチャート化したものを示す．Case01のサイン未整備の状態では，被験者は最短距離で目標に到達した者はなく，大きく方位がずれている場合もある．一方，案内サインが設置されたCase02では，大きなぶれはなくCase03では案内サインから得た目標地点の写真イメージをもとに歩行軌跡が収束し，目標到達率をあげることができた．

次に図6-6に被験者平均の行動時間と歩行距離の相関グラフを示す．横軸に歩行時間（秒），縦軸に目標地点からの距離（m）で表したグラフは左上を出発点とし，右下へと遷移する．理想的な経路選択は左上から右下に45度の角度で遷移する状態（迷いなし，立ち止まりなし）であり，大きなぶれや山（後戻り）が生じていたCase01に比べてCase03では，ほぼ右斜め下45度の理想的な移動状態になるなど，案内サインの有効性が明確となった．また立ち止まりや周囲を確認した状況はグラフでは時間軸に平行な状態で表され，観察記録とあわせて比較することでサインの利用状況を把握できた．

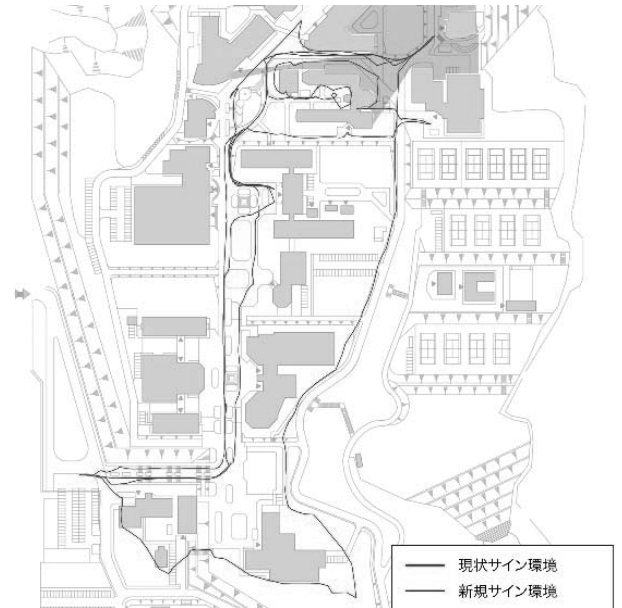


図6-4 Case01：現状サイン環境における歩行者の移動軌跡

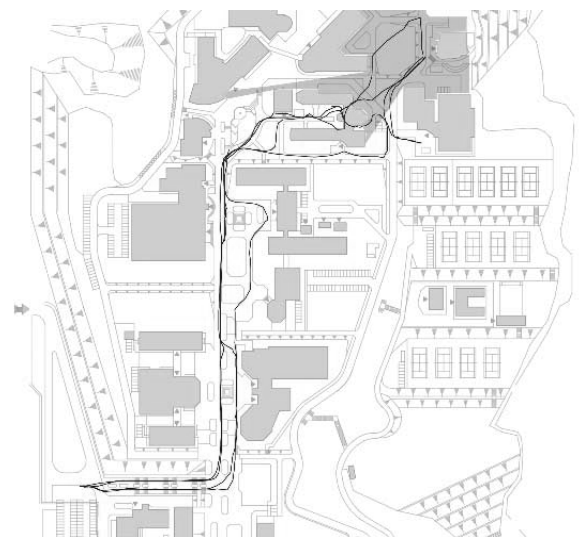


図6-5 Case02：新設サイン設置後の歩行者移動軌跡

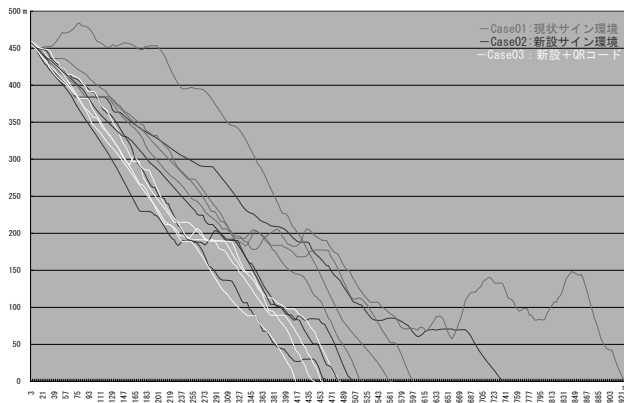


図6-6 行動時間と行動軌跡の関係性による比較

最後に舟橋[1]らによる超過歩行率による経路探索と歩行者の経路探索行動の分析を行った。超過歩行率は、 $(\text{実歩行距離} - \text{最も合理的な歩行距離}) / \text{実歩行距離}$ として求められ、歩行距離の観点から歩行経路の効率を検証することができる。Case01～03までの被験者平均の超過歩行率は、以下の表6-2となり、歩行距離の改善も明確化できた。

表6-2 被験者平均の超過歩行率

ケース	超過歩行率平均 (%)
Case01：案内サイン無	23.5%
Case02：案内サイン有	7.3%
Case03：案内サイン+画像イメージ有	0.6%

#### 6.4. 成果とまとめ

実験結果より案内サインの導入による目標地点への到達時間や到達距離の短縮、周囲の見回しや現在位置の把握などの行動をデータとして記録・確認できたことで、本研究で提案した街路空間シミュレーション手法は、適切なサイン計画、案内デザインに有効と考えられる。今後の課題としては、歩行軌跡の記録データから地図データへのマッピングの自動化、到達時間と距離の関係グラフの出力機能などが必要と考えている。

#### 6章の参考文献

[1] 木多道宏 舟橋國男 他、『大学キャンパスにおけるわかりやすさ評価と改善に関する実践的研究』、日本